

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
20. Februar 2003 (20.02.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/015262 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H03F 3/343**, (74) **Anwalt: EPPING, HERMANN & FISCHER**; Ridler-
3/45 strasse 55, 80339 München (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE02/02711 (81) **Bestimmungsstaaten (national)**: CN, JP, KR, US.

(22) Internationales Anmeldedatum: 24. Juli 2002 (24.07.2002) (84) **Bestimmungsstaaten (regional)**: europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
101 37 434.8 31. Juli 2001 (31.07.2001) DE

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

(71) **Anmelder** (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **INFINEON TECHNOLOGIES AG** [DE/DE]; St.-Martin-Strasse 53, 81669 München (DE).

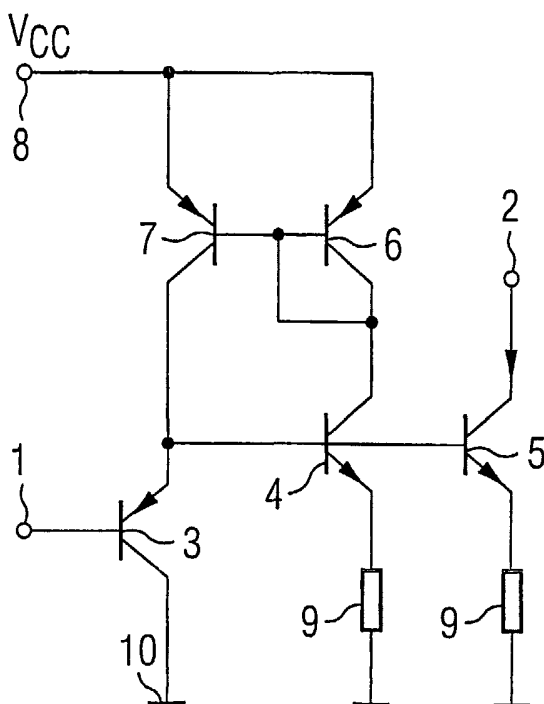
Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(72) **Erfinder; und**

(75) **Erfinder/Anmelder** (nur für US): **ASAM, Michael** [DE/DE]; Bergstrasse 1, 85250 Wollomoos (DE).

(54) **Title**: VOLTAGE/CURRENT CONVERSION CIRCUIT ARRANGEMENT

(54) **Bezeichnung**: SCHALTUNGSANORDNUNG ZUR SPANNUNGS-/STROMWANDLUNG



(57) **Abstract**: Disclosed is circuit arrangement for converting a voltage signal into a current signal, wherein an output transistor (4) is controlled with a control voltage which is formed by overlaying an input voltage and a feedback voltage. The feedback voltage is derived from the output current of the transistor (4) and is formed by means of another transistor (3) which has the same non-linear characteristic curve as the transistor (4), said feedback voltage acting counter to non-linearities in the transistor (4), thereby obtaining linearity for low current requirements. The circuit is especially suitable for high-frequency applications, e.g. input circuits for high-frequency mixers, in the field of analog switching technology.

(57) **Zusammenfassung**: Es ist eine Schaltungsanordnung zur Konversion eines Spannungssignals in ein Stromsignal angegeben, bei der ein Ausgangstransistor (4) mit einer Steuerspannung angesteuert wird, welche aus einer Überlagerung einer Eingangsspannung und einer rückgekoppelten Spannung besteht. Die rückgekoppelte Spannung ist dabei aus dem Ausgangsstrom des Transistors (4) abgeleitet und mittels eines weiteren Transistors (3) gebildet, welche die gleiche nichtlineare Kennlinie wie Transistor (4) aufweist, wobei die rückgekoppelte Spannung Nichtlinearitäten im Transistor (4) entgegenwirkt. Hierdurch ist bei geringem Strombedarf eine hohe Linearität erzielt. Die Schaltung ist insbesondere für Hochfrequenzanwendungen, beispielsweise zur Eingangsbeschaltung von Hochfrequenzmischern, in analoger Schaltungstechnik geeignet.

WO 03/015262 A1

Beschreibung

Schaltungsanordnung zur Spannungs-/Stromwandlung

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zur Spannungs-/Stromwandlung.

In der analogen Schaltungstechnik liegen elektrische Signale zwischen einzelnen Funktionsblöcken üblicherweise als Spannung vor, das heißt, daß der Informationsgehalt des Signals durch den Spannungswert desselben repräsentiert ist. Beispielsweise in Hochfrequenz-Schaltungen ist es gewünscht, ein derartiges Spannungssignal mit möglichst guter Linearität in ein Stromsignal umzuwandeln. Dies ist normalerweise einge-
10 seitig an Multipliziererschaltungen erforderlich, die vom Gilbert-Typ sind und das elektrische Äquivalent einer Multiplikation repräsentieren. Wird ein derartiger Gilbert-Multiplizierer als Hochfrequenzmischer betrieben, so weist er üblicherweise einen linearen und einen schaltenden Eingang auf.
15 Am linearen Eingang ist üblicherweise ein Differenzverstärker angeschlossen, der ein symmetrisches Spannungssignal in ein symmetrisches Stromsignal wandelt. Dieses Stromsignal wird einem mit einem Lokaloszillatorsignal schaltend angesteuerten Transistorquartett zugeführt, welches die eigentliche Multi-
20 plikation durchführt.
25

Es sind mehrere Möglichkeiten bekannt, ein Spannungssignal linear in ein Stromsignal zu konvertieren und die üblicherweise bei Übertragungskennlinien von Transistoren auftretenden Nichtlinearitäten zu kompensieren:
30

Ein gegengekoppelter Differenzverstärker, wie beispielsweise in dem Dokument Tietze, Schenk: Halbleiter-Schaltungstechnik, 10. Auflage, 1993, Seite 73 angegeben, ermöglicht eine Reduzierung der Nichtlinearität der Spannungs-/Stromwandlung, die aufgrund der stark nichtlinearen Übertragungskennlinie von Transistoren auftritt. Der gegengekoppelte Differenzverstär-
35

ker benötigt jedoch zusätzliche Stromquellen an den Emitteranschlüssen und weist aufgrund des mit den Linearitätseigenschaften korrelierten Strombedarfs für eine gute Linearität einen verhältnismäßig hohen Stromverbrauch auf. Zudem müssen
5 zusätzliche Transistorebenen zwischen Bezugs- und Versorgungspotential eingefügt werden, so daß sich bei geringen Versorgungsspannungen lediglich verhältnismäßig kleine Signalamplituden erzielen lassen.

10 Auch Operationsverstärkerschaltungen bieten die Möglichkeit der linearen Umwandlung eines Spannungssignals in ein Stromsignal aufgrund des hohen Eingangs- und des geringen Ausgangswiderstands. Da der Aufbau eines Operationsverstärkers jedoch aufwendig ist, erfordert dies einen großen Platzbe-
15 darf. Aufgrund der hohen Anzahl von erforderlichen Bauelementen zur Bildung eines Operationsverstärkers treten Fehlanpassungen auf, so daß sich Schaltungsoffsets ergeben. Operationsverstärkerschaltungen können weiterhin instabil werden und haben verhältnismäßig schlechte Rauscheigenschaften.

20 Schließlich könnte ein Transistor in Emitterschaltung mit Stromgegenkopplung oder Spannungsgegenkopplung eingesetzt werden. Auch hier gilt wie beim Differenzverstärker jedoch, daß die Linearitätseigenschaften vom Gleichstromdurchfluß
25 durch den Widerstand, der zur Gegenkopplung benötigt wird, bestimmt werden, so daß sich in einer derartigen Schaltung ein hoher Stromverbrauch ergibt. Zudem ist bei verhältnismäßig großen Gegenkopplungsspannungen der zur Aussteuerung zur Verfügung stehende Spannungsbereich am Transistorausgang
30 stark eingeschränkt.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Schaltungsanordnung zur Wandlung eines Spannungssignal in ein Stromsignal anzugeben, welche einen geringen Strombedarf auf-
35 weist, für den Betrieb mit geringen Versorgungsspannungen geeignet ist, gute Rauscheigenschaften hat und gute Linearitätseigenschaften bietet.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst durch eine Schaltungsanordnung zur Spannungs-/Stromwandlung, umfassend die Merkmale des vorliegenden Patentanspruchs 1.

5

Gemäß vorliegendem Prinzip weist der Ausgangsstrom in einem Arbeitsbereich eine lineare Abhängigkeit von der Eingangsspannung auf.

- 10 Als Übertragungskennlinie ist bei Bipolar-Transistoren der Zusammenhang zwischen Eingangsspannung, das heißt Basis-Emitter-Spannung, und zwischen Ausgangsstrom, das heißt Kollektorstrom verstanden. Bei Feldeffekt-Transistoren bestimmt die Übertragungskennlinie den Zusammenhang zwischen Drain-
- 15 strom und Gate-Source-Spannung.

- Bei der Umwandlung einer Spannung in einen Strom mit einem aktiven Bauelement, beispielsweise einem Bipolar-Transistor, einem Metal Oxide Semiconductor (MOS)-Feldeffekttransistor,
- 20 einer Röhre et cetera, welches als spannungsgesteuerte Stromquelle dient, treten aufgrund der üblicherweise immer vorhandenen, nichtlinearen Übertragungskennlinie des Bauelementes Verzerrungen auf. Es ist jedoch nicht nur jeder Eingangsspannung ein fester Ausgangsstrom-Wert zugeordnet, sondern auch
- 25 umgekehrt kann mit einem bekannten Ausgangsstrom auf die zugegründeliegende Eingangsspannung zurückgeschlossen werden. Dementsprechend kann durch Kenntnis des Ausgangsstromes wieder eine zugehörige Spannung mit der gleichen nichtlinearen Kennlinie wie bei der Spannungs-/Stromwandlung erzeugt und
- 30 der ursprünglichen Eingangsspannung entgegengesetzt und damit die Nichtlinearitäten kompensierend überlagert werden. Insgesamt entsteht durch das angegebene Prinzip ein stark linearer Zusammenhang zwischen Ausgangsstrom und Eingangsspannung.
- 35 Die Vorverzerrung der Eingangsspannung durch Erzeugen einer rückkoppelnden Spannung aus dem Ausgangsstrom in kompensie-

render Weise ersetzt demnach bei vorliegendem Prinzip eine Gegenkopplung zur Linearisierung der Kennlinie.

Die vorverzernte Spannung weist demnach nichtlineare Komponenten auf, die denjenigen der aktiven Schaltung gerade entgegengesetzt sind, derart, daß sich am Ausgang ein bezüglich der Eingangsspannung linearer Ausgangsstrom ergibt.

Die aus dem Ausgangsstrom erzeugte, sich mit der Eingangsspannung überlagernde Spannung wird bevorzugt mittels eines Transistors erzeugt, der die gleiche nichtlineare Kennlinie wie derjenige Transistor aufweist, der die eigentliche Spannung-/Stromwandlung durchführt.

Da auf eine herkömmliche Strom- oder Spannungsgegenkopplung verzichtet wird, ermöglicht die Schaltungsanordnung gemäß dem vorliegenden Prinzip das Erzielen einer hohen Linearität bei zugleich geringem Stromverbrauch. Die Schaltung ist mit verhältnismäßig wenigen Bauelementen realisierbar und bietet hierdurch die Integrationsmöglichkeit mit geringem Flächenbedarf bei gutem Matching und hierdurch geringen Offsets. Schließlich ermöglicht das vorliegende Prinzip den Betrieb an geringen Versorgungsspannungen bei zugleich hohem Aussteuerbereich.

In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist zur Rückkopplung des Ausgangsstroms auf den Eingangstransistor ein Stromspiegel vorgesehen, der den Ausgangstransistor mit dem Eingangstransistor koppelt.

Die Kopplung der Strompfade in Ausgangs- und Eingangstransistor mittels eines Stromspiegels bietet eine präzise Stromübertragung bei hoher Verzerrungsfreiheit. So ist sichergestellt, daß Eingangs- und Ausgangstransistor vom gleichen Strom, jedoch gegensinnig durchflossen sind.

In einer weiteren, bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung haben der Eingangstransistor und der Ausgangstransistor einen entgegengesetzten Leitfähigkeitstyp.

- 5 Falls die Schaltungsanordnung in bipolarer Schaltungstechnik ausgebildet ist, so ist gemäß der bevorzugten Weiterbildung einer der beiden Transistoren als NPN- und der andere der beiden Transistoren als PNP-Transistor ausgebildet. Ist die Schaltung in MOS-Schaltungstechnik ausgebildet, so ist einer
10 der beiden Transistoren als n-Kanal-Transistor und der andere der beiden Transistoren als p-Kanal-Transistor ausgebildet. Hierdurch sind Eingangs- und Ausgangstransistor von einem entgegengesetzten Leitfähigkeitstyp, so daß sich die gewünschte, kompensierende Überlagerung von Eingangsspannung
15 einerseits und aus dem Ausgangsstrom abgeleiteter Spannung andererseits ergibt.

- In einer weiteren, bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Schaltungsanordnung symmetrisch aufgebaut, mit zwei Eingangstransistoren und zwei Ausgangstransistoren, wobei zur Rückkopplung der Ausgangstransistoren auf die Eingangstransistoren eine Kreuzkopplung vorgesehen ist. Die Überlagerung des Ausgangs- auf das Eingangssignal in entgegengesetzter Weise ist bei einem differentiell, das heißt
20 als Gegentaktsignal auf einer symmetrischen Leitung geführten Ein- und Ausgangssignal in besonders einfacher Weise durch die beschriebene Kreuzkopplung möglich.

- In einer weiteren, bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung haben Ein- und Ausgangstransistoren gleichen
30 Leitfähigkeitstyp.

- Wenn, wie oben beschrieben, ein symmetrischer Schaltungsaufbau zum Betrieb mit Gegentaktsignalen vorgesehen ist, können
35 alle Transistoren vom gleichen Leitfähigkeitstyp sein, das heißt alle Transistoren können als NPN- oder als PNP-Transistoren ausgebildet sein. Die Überlagerung in entgegen-

gesetzter Weise erfolgt dabei, wie oben beschrieben, aufgrund der Kreuzkopplung mit dem jeweiligen Gegentaktsignal.

In einer weiteren, bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist der Ausgangstransistor in einem ersten Strompfad angeordnet, und zum Auskoppeln des Ausgangsstroms ist ein zweiter Strompfad, der einen Auskoppeltransistor umfaßt, vorgesehen, wobei der zweite Strompfad parallel zum ersten Strompfad geschaltet ist und ebenfalls vom überlagerten Steuersignal angesteuert ist. Der zweite Strompfad koppelt dabei den Ausgangstransistor mit dem Signalausgang der Schaltungsanordnung.

Mit dem weiteren Strompfad, der bevorzugt einen Transistor aufweist, der die gleichen elektrischen Eigenschaften wie der Ausgangstransistor hat, ist unter Beibehaltung der guten Linearität zwischen Eingangsspannung und Ausgangsstrom eine rückwirkungsfreie Auskopplung des Ausgangssignals bei guter Linearität bezüglich des Eingangssignals möglich.

In einer weiteren, bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist der Eingangstransistor in Kollektorschaltung und der Ausgangstransistor in Emitterschaltung betrieben.

Der Eingangstransistor arbeitet demnach als Emitterfolger, so daß an seinem Emitteranschluß die Eingangsspannung mit einem um die Basis-Emitterspannung erhöhten Pegel und vorverzerrt mit der Kennlinie des Eingangstransistors bereitgestellt ist. An den Emitteranschluß des Eingangstransistors ist der Basisanschluß des in Kollektorschaltung betriebenen Ausgangstransistors angeschlossen, so daß sich der gewünschte, lineare Strom aufgrund der beschriebenen Überlagerung eines vom Ausgangsstrom abhängigen Überlagerungssignal einstellt.

In einer weiteren, bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist der Ausgangstransistor einen Emitteran-

schluß mit einem gegen einen Bezugspotentialanschluß geschalteten Emitterwiderstand auf.

Der Emitterwiderstand dient zur eigentlichen Spannungs- zu
5 Strom-Wandlung, so daß ein Strom erzeugt wird, der zur gewünschten Vorverzerrung zur Kompensation der Nichtlinearitäten des aktiven Transistors verwendet wird.

10 In einer weiteren, bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist der Signalausgang mit einem Eingang einer Multipliziererschaltung zur Zuführung eines zu multiplizierenden Signals verbunden.

Insbesondere Multipliziererschaltungen, die als Hochfrequenz-
15 mischer ausgebildet sind, erfordern zu ihrer Ansteuerung mit zwei zu multiplizierenden Signalen an je einem Eingang des Multiplizierers, daß zumindest eines dieser zu multiplizierenden Signale als Stromsignal bereitgestellt ist. Dieses ist üblicherweise am Emitteranschluß des Transistorquartetts,
20 welches zwei kreuzgekoppelte Differenzverstärker bildet, zuzuführen, und beispielsweise ein Nutzsignal, welches von einer vorangehenden Stufe, beispielsweise einer Basisband-Signalverarbeitungskette, bereitgestellt ist. Derartige, zwischen Funktionsblöcken zu übergehende Signale stehen übli-
25 cherweise als Spannungssignal bereit, so daß der mit vorliegender Schaltungsanordnung ergänzte Signaleingang des Multiplizierers die mit vorliegender Schaltung erzielbaren Vorteile aufweist.

30 Weitere Einzelheiten der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die Erfindung wird nachfolgend an mehreren Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnungen näher erläutert.

35

Es zeigen:

- Figur 1 ein erstes Ausführungsbeispiel einer Spannungs-/Stromwandlung gemäß dem vorliegenden Prinzip,
- 5 Figur 2 eine Weiterbildung der Schaltung gemäß Figur 1 für symmetrische Signale,
- Figur 3 das vorliegende Prinzip gemäß Figur 1, angewendet auf einen Differenzverstärker,
- 10 Figur 4 eine weitere Ausführungsform der Schaltungsanordnung gemäß dem Prinzip von Figur 2, angewendet auf einen Differenzverstärker,
- 15 Figur 5 die vorliegende Schaltungsanordnung in einer Weiterbildung des Ausführungsbeispiels von Figur 2, angewendet auf eine Mischerschaltung und
- Figur 6 die bekannte, nichtlineare Übertragungskennlinie eines Bipolar-Transistors.
- 20

Figur 1 zeigt eine Schaltungsanordnung zur Spannungs-/Stromwandlung, welche in bipolarer Schaltungstechnik aufgebaut ist. Dabei ist an einem Signaleingang 1 eine Eingangsspannung zuführbar, und an einem Signalausgang 2 ist ein Ausgangsstrom ableitbar, der in einem linearen Zusammenhang zur Eingangsspannung steht. Der Signaleingang 1 ist mit dem Basisanschluß eines Eingangstransistors 3 verbunden, der als Emitterfolger geschaltet ist. Der Transistor 3 ist als PNP-Transistor ausgebildet und mit seinem Emitteranschluß mit dem Basisanschluß eines Ausgangstransistors 4 verbunden, welcher in Emitterschaltung betrieben ist. Weiterhin ist an den Emitteranschluß und den Basisanschluß von Eingangs- beziehungsweise Ausgangstransistor 3, 4 der Basisanschluß eines Koppeltransistors 5 angeschlossen, der ebenso wie der Ausgangstransistor 4 als NPN-Transistor ausgebildet ist. Koppeltransistor 5 ist ebenso wie Ausgangstransistor 4 in Emitterschal-

25

30

35

tung betrieben. Der Signalausgang 2 ist durch den Kollektoranschluß des Koppeltransistors 5 gebildet. Weiterhin ist ein Stromspiegel 6, 7 vorgesehen, welcher den Kollektoranschluß des Ausgangstransistors 4 mit dem Emitteranschluß des Eingangstransistors 2 koppelt und einen als Diode geschalteten PNP-Transistor 6 mit nachgeschaltetem PNP-Transistor 7 umfaßt. Die Stromspiegeltransistoren 6, 7 sind jeweils mit ihrem Emitteranschluß mit einem Versorgungspotentialanschluß 8 verbunden. Die Emitteranschlüsse von Ausgangstransistor 4 und Koppeltransistor 5 sind über je einen Widerstand 9, welche gleiche Widerstandswerte haben, an einen Bezugspotentialanschluß 10 angeschlossen, mit dem auch der Kollektoranschluß des Eingangstransistors 3 verbunden ist.

Der Eingangstransistor 1 dient als Level-Shifter beziehungsweise Pegelschieber und stellt die notwendige Vorverzerrung der Eingangsspannung mit seiner Kennlinie bereit. Abgesehen von Nichtlinearitäten seiner Übertragungskennlinie steht eine um seine Basis-Emitter-Spannung erhöhte Spannung am Emitterausgang des Eingangstransistors bezüglich der Eingangsspannung des Transistors bereit. Der Ausgangstransistor 4, der mit dem Emitterausgang des Eingangstransistors 3 verbunden ist, stellt an seinem Emitterausgang die an seinem Basis anliegende Spannung um seine Basis-Emitter-Spannung vermindert bereit. Am Emitteranschluß des Ausgangstransistors 4 liegt demnach, abgesehen von Verzerrungen, die am Signaleingang 1 anliegende Eingangsspannung an. Der am Emitteranschluß des Ausgangstransistors 4 angeschlossene Widerstand 9 bewirkt eine Spannung- zu Strom-Wandlung, wobei der hierbei erzeugte Strom für die notwendige Vorverzerrung des Eingangssignals verwendet wird.

Im Unterschied zu einer Stromgegekopplung mittels eines Emitterwiderstands eines in Emitterschaltung betriebenen Transistors fällt bei vorliegender Schaltung über dem Emitterwiderstand 9 lediglich eine geringe Gleichspannung ab, so daß zum einen ein geringer Strombedarf erzielt ist und zum anderen

ein großer Aussteuerbereich erzielt ist bei zugleich kleiner Versorgungsspannung. Bei vorliegender Schaltung ist der Emitterwiderstand lediglich zur Spannungs-/Stromwandlung, nicht jedoch zur eigentlichen Stromgegenkopplung erforderlich.

5

Die einen Stromspiegel bildenden Transistoren 6, 7 stellen sicher, daß durch Ein- und Ausgangstransistor 3, 4 der betragsmäßig gleiche Strom fließt. Hierdurch ist in Ein- und Ausgangstransistor 3, 4 sichergestellt, daß jeweils die gleichen, strombedingten, nichtlinearen Schwankungen bezüglich ihrer Basis-Emitter-Spannungen entstehen. Da die Basis-Emitter-Strecken der Transistoren 3, 4 im Signalpfad der Schaltungsanordnung zwischen Signalein- und -ausgang 1, 2 entgegengesetzt liegen, heben sich diese Nichtlinearitäten gegenseitig auf. Der Kollektorstrom des Transistors 4, das heißt des Ausgangstransistors, ist demnach linear von der am Signaleingang 1 anliegenden Eingangsspannung abhängig. Zum Auskoppeln dieses Kollektorstromes ist der Ausgangstransistor 4 inklusive Emitterwiderstand 9 in Kopie vorgesehen, nämlich als Koppeltransistor 5, an dessen Emitteranschluß ebenfalls ein gleich großer Emitterwiderstand 9 wie am Ausgangstransistor 4 angeschlossen ist. Die Basisanschlüsse von Ausgangstransistor 4 und Koppeltransistor 5 sind unmittelbar miteinander verbunden, so daß hierdurch und aufgrund der identischen Widerstandswerte und der gleichen Transistortypen der gleiche Kollektorstrom im Kollektor des Transistors 5 wie im Kollektor des Transistors 4 fließt. Demnach ist auch der Ausgangsstrom, der am Kollektoranschluß des Koppeltransistors 5 bereitgestellt ist, linear von der Eingangsspannung abhängig.

30

Aufgrund der exponentiellen Kennlinie der gezeigten Bipolar-Transistoren könnte jeweils in Serie zu den Emitterwiderständen 9 je eine Diode geschaltet werden. Hierdurch erhöht sich der Arbeitspunkt am Eingang, wobei ebenfalls alle Nichtlinearitäten kompensiert werden.

35

Die Schaltung gemäß Figur 1 mit der beschriebenen Vorverzerrung der Eingangsspannung macht eine Gegenkopplung überflüssig und bietet bei hoher Linearität einen besonders geringen Strombedarf. Da bezüglich bekannter Spannungs-/Stromwandler-schaltungen Stromquellen eingespart werden können, beziehungsweise Stromquellen mit geringerem Strombedarf verwendet werden können, weist die Schaltung ein verbessertes Rauschverhalten auf. Eine weitere Reduzierung des Rauschens erfolgt dadurch, daß die Vorverzerrungsschaltung das Eingangssignal nicht bedämpft, wie es beispielsweise bei der Vorverzerrung eines Differenzverstärkers mittels Dioden der Fall wäre.

Da die Vorverzerrungsschaltung wie in Figur 1 einen sehr niedrigen Ausgangswiderstand aufweist, werden Rauschströme am Eingang der aktiven Bauelemente, das heißt der Transistoren, praktisch nicht in Rauschspannungen umgewandelt. Da das Nutzsignal am Eingang der Transistoren jedoch als Spannung vorliegt, ergibt sich ein gutes Signal-Rausch-Verhältnis. Da am Ausgang der Schaltung lediglich ein Transistor und keine in Serie geschalteten Transistoren vorgesehen sind, ergibt sich ein großer spannungsmäßiger Aussteuerbereich am Ausgang, so daß die Schaltung für niedrige Versorgungsspannungen bei großen Signalamplituden geeignet ist.

Der Auskoppeltransistor 5 mit angeschlossenem Emitterwiderstand 9 kann zur Bildung eines Übersetzungsverhältnisses ungleich eins auch so ausgelegt sein, daß am Ausgang 2 ein Ausgangsstrom bereitsteht, der ein Vielfaches des durch Ein- und Ausgangstransistor 3, 4 fließenden Stroms ist.

Figur 2 zeigt eine Weiterbildung der Schaltung gemäß Figur 1, bei der Signalein- und -ausgang symmetrisch ausgeführt sind.

Im einzelnen sind zwei Eingangstransistoren 11, 12 vorgesehen, welche mit jeweils ihrem Basisanschluß mit dem symmetrisch ausgebildeten Signaleingang 1, 1' verbunden sind. Die Emitteranschlüsse der Eingangstransistoren 11, 12 sind mit je

12

einem Ausgangstransistor 13, 14 jeweils an dessen Basisanschluß verbunden. Zur Rückkopplung des Ausgangsstroms vom Ausgangstransistor 13, 14 auf Eingangstransistoren 11, 12 ist eine Kreuzkopplung vorgesehen, derart, daß der Kollektoranschluß des Ausgangstransistors 13 mit dem Emitteranschluß des Eingangstransistors 12 und der Kollektoranschluß des Ausgangstransistors 14 mit dem Emitteranschluß des Eingangstransistors 11 verbunden ist.

10 Zur Signalauskopplung ist wie bei der Schaltung gemäß Figur 1 der Signalausgang 2, 2' an den Kollektoranschlüssen der Koppeltransistoren 15, 16 gebildet. Die Koppeltransistoren 15, 16 sind ein elektrisches Abbild der Ausgangstransistoren 13, 14 und weisen deshalb wie diese je einen Emitterwiderstand gegen einen Bezugspotentialanschluß 10 auf. Die Kollektoranschlüsse der Eingangstransistoren 11, 12 sind kollektorseitig mit Versorgungspotentialanschluß 8 verbunden.

Die Kreuzkopplung der Eingangstransistoren 11, 12 mit den Ausgangstransistoren 13, 14 ist aus Übersichtlichkeitsgründen nicht eingezeichnet, sondern jeweils durch die miteinander verbundenen Schaltungsknoten A und B bezeichnet. Dabei sind jeweils Schaltungsknoten mit gleichem Bezugszeichen miteinander elektrisch verbunden.

25

Bei der Schaltung gemäß Figur 2, die auf dem Prinzip gemäß der Schaltung von Figur 1 beruht, wird der jeweils komplementäre Ausgangsstrom der Transistoren 13, 14 für eine geeignete Vorverzerrung verwendet. Demnach sind die Transistoren 11, 14 vom gleichen Strom durchflossen und ebenso sind die Transistoren 12, 13 vom gleichen Strom durchflossen. Die Basisströme sind bei dieser Betrachtung jeweils vernachlässigt. Folglich bilden sich an den jeweiligen Transistoren auch die gleichen Basis-Emitter-Spannungen aus, nämlich an den Transistoren 11, 14 die Basis-Emitter-Spannung U_{BE1} und an den Transistoren 12, 13 jeweils die Basis-Emitter-Spannung U_{BE2} . Zwischen Signaleingang 1, 1' und Widerstand 9 ergibt sich

demnach auf beiden Seiten der gleiche Summen-Spannungsabfall $U_{BE1} + U_{BE2}$, der sich aus der Summe der beiden Basis-Emitter-Spannungen berechnet. Daher liegt die differentielle Eingangsspannung auch zwischen den Emitteranschlüssen der Transistoren 13, 14 an, jeweils um die Summe der Basis-Emitter-Spannungen vermindert. Der differentielle Strom zwischen den Emitterknoten der Transistoren 13, 14 ergibt sich demnach aus dem Quotienten aus der Eingangs-Differenzspannung und dem zweifachen Widerstandswert des Widerstands 9. Daher ist der Zusammenhang zwischen Ausgangsstrom und Eingangsspannung linear und unabhängig von nichtlinearen Transistorkennlinien. Die Transistoren 15, 16 mit den Emitterwiderständen 9 sind als Duplikate der Ausgangswiderstände 13, 14 mit Emitterwiderständen 9 aufgebaut, daher fließt der gleiche Strom am Signalausgang 2, 2'.

Figur 3 zeigt eine Weiterbildung der Schaltung gemäß Figur 1, angewendet auf einen Differenzverstärker, zu dessen zusätzlicher Linearisierung. Dabei ist wie in Figur 1 ein Signaleingang 1 mit einem Eingangstransistor 3, einem Ausgangstransistor 4 sowie Stromspiegeltransistoren 6, 7 verschaltet. Ebenso wie in Figur 1 ist weiterhin ein Koppeltransistor 5 an den Ausgangstransistor 4 angeschlossen, an dem der Signalausgang 2 kollektorseitig gebildet ist. Bezüglich dieser Bauelemente entspricht die Schaltung nach Figur 3 in Aufbau und Funktion der von Figur 1 und wird nicht noch einmal im einzelnen erläutert. Im Unterschied zu Figur 1 ist an dem Emitteranschluß des Transistors 4 jedoch unmittelbar der Emitteranschluß des Transistors 5 angeschlossen und dieser Emitterknoten ist über eine Gleichstromquelle 17 mit Bezugspotentialanschluß 10 verbunden. Eine derartige Teilschaltung ist gemäß Figur 3 weiterhin spiegelbildlich vorgesehen, wobei die gespiegelten Bauelemente jeweils mit einem entsprechenden, jedoch mit Hochkomma ' versehenen Bezugszeichen gekennzeichnet sind. Zur Bildung des Differenzverstärkers sind die beiden gespiegelten Teilschaltungen emitterseitig bezüglich der Ausgangstransistoren 4, 4' miteinander unmittelbar oder, wie gezeigt, über

einen optionalen Gegenkopplungswiderstand 18 miteinander verbunden. Der Gegenkopplungswiderstand 18 bietet einen vergrößerten Aussteuerbereich, das heißt die maximale Amplitude des differentiellen Spannungssignals, welches an den Signaleingängen 1, 1' zuführbar ist, ist vergrößert. Für die hohe Linearität ist der Gegenkopplungswiderstand 18 jedoch nicht erforderlich.

Das Ausgangssignal der Schaltung gemäß Figur 3 kann am differentiellen Stromausgang 2, 2' der Auskopplungstransistoren 5, 5' abgegriffen.

Figur 4 zeigt ebenfalls das beschriebene Linearisierungsprinzip durch Vorverzerrung des Eingangssignals, angewendet auf einen Differenzverstärker, jedoch mit einer Kreuzkopplung der symmetrischen Ströme wie in Figur 2 gezeigt. Die Schaltung gemäß Figur 4 entspricht dabei in Aufbau und Funktion weitgehend der in Figur 2 gezeigten Schaltung. Gegenüber dieser unterscheidet sich die Schaltung gemäß Figur 4 jedoch dadurch, daß die Emitterwiderstände 9 der Transistoren 13 bis 16 entfallen. Stattdessen sind die Emitteranschlüsse der Transistoren 13, 15 miteinander unmittelbar sowie über eine Stromquelle 17 mit Bezugspotentialanschluß 10 verbunden. Spiegelsymmetrisch sind dementsprechend auch Ausgangstransistor 14 und Auskopplungstransistor 16 emitterseitig unmittelbar miteinander und über Stromquelle 17 mit Bezugspotentialanschluß 10 verbunden. Zur Bildung eines Differenzverstärkers sind die Emitteranschlüsse der Ausgangstransistoren 13, 14 über einen Gegenkopplungswiderstand 18, der in alternativen Ausführungsformen auch entfallen kann, verbunden. Auch bei der Schaltung gemäß Figur 4 ist der Gegenkopplungswiderstand 18 zur Vergrößerung des Aussteuerbereichs am Eingang 1, 1', nicht jedoch zur Linearisierung der Schaltung erforderlich.

Bei den Schaltungen gemäß Figur 1 bis 4 können die Koppeltransistoren 5, 5', 15, 16 sowie die Widerstände 9 entweder als Duplikate der Ausgangstransistoren ausgebildet sein, oder

in gewünschter Weise skaliert sein, um den Ausgangsstrom um einen konstanten Faktor zu erhöhen oder zu erniedrigen.

Figur 5 schließlich zeigt eine Weiterbildung der Schaltung gemäß Figur 2 mit einem an den Signalausgang 2, 2' angeschlossenen Multipliziererkern, der das elektrische Äquivalent einer Multiplikation repräsentiert.

Der Schaltungsaufbau von Figur 2 findet sich bei der Schaltung in Figur 5 mit gleichen Bezugszeichen versehen in Aufbau und Funktion wieder und wird daher an dieser Stelle nicht noch einmal wiederholt. Lediglich die Kopplungen A und B, die in der Zeichnung von Figur 2 nicht durchverbunden gezeichnet sind, sind bei Figur 5 aufgelöst gezeichnet.

15

Die Transistoren 11, 12, 13, 14, 15, 16 sind bei der Schaltung gemäß Figur 5 aus Integrationsgründen jeweils doppelt ausgebildet.

Der Multipliziererkern umfaßt zwei Transistorpaare, die jeweils wie Differenzverstärker verschaltet, das heißt paarweise emitterseitig miteinander gekoppelt sind. Diese Emitterknoten der Transistorpaare 19, 20 sowie 21, 22 sind mit dem Signalausgang 2, 2' der Spannungs-/Stromwandlerschaltung verbunden. Basisseitig sind die Transistorpaare 19, 20; 21, 22 zur Bildung eines weiteren Signaleingangs parallel geschaltet, dabei ist dieser parallel geschaltete Eingang mit einem Lokaloszillator-Eingang 23, 24 verbunden, dem ein zweites zu multiplizierendes Signal zuführbar ist. Das erste zu multiplizierende Signal ist wie bereits erwähnt am Spannungseingang 1, 1' zuführbar. Kollektorseitig sind die Transistorpaare 19, 20; 21, 22 in einer Kreuzkopplung miteinander verbunden und bilden den Schaltungsausgang 25, 26 des Multiplizierers, an dem das multiplizierte beziehungsweise gemischte Signal abgreifbar ist.

Die beschriebene Mischerschaltung bietet eine hohe Linearität bei geringem Strombedarf sowie einen großen Aussteuerbereich bei Betrieb mit geringer Versorgungsspannung.

- 5 Figur 6 zeigt die bekannte Übertragungskennlinie eines Bipolar-Transistors, die den Zusammenhang zwischen Eingangsspannung und Ausgangsstrom angibt. Gemäß dem gezeigten Schaubild ist der Kollektorstrom in Abhängigkeit von der Basis-Emitter-Spannung angegeben.

10

Die Transistoren, insbesondere die Eingangs-, Ausgangs- und Koppeltransistoren gemäß Figuren 1 bis 5 können beispielsweise jeweils Übertragungskennlinien wie in Figur 6 gezeigt haben.

15

Man erkennt, daß auch bei einer Kleinsignal-Aussteuerung eines Transistors aufgrund der gezeigten, nichtlinearen Übertragungskennlinie normalerweise Nichtlinearitäten, das heißt Verzerrungen auftreten. Diese sind bei den Schaltungsanord-

20 nungen gemäß vorliegendem Prinzip wie beschrieben kompensiert.

Bezugszeichenliste

	1	Signaleingang
	2	Signalausgang
5	3	Eingangstransistor
	4	Ausgangstransistor
	5	Koppeltransistor
	6	Stromspiegel
	7	Stromspiegel
10	8	Versorgungspotentialanschluß
	9	Widerstand
	10	Bezugspotentialanschluß
	11	Eingangstransistor
	12	Eingangstransistor
15	13	Ausgangstransistor
	14	Ausgangstransistor
	15	Koppeltransistor
	16	Koppeltransistor
	17	Stromquelle
20	18	Widerstand
	19	Transistor
	20	Transistor
	21	Transistor
	22	Transistor
25	23	Eingang
	24	Eingang
	25	Ausgang
	26	Ausgang

30

Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zur Spannungs-/Stromwandlung, aufweisend

- 5 - einen Signaleingang (1) zum Zuführen einer Eingangsspannung,
- einen Signalausgang (2) zum Bereitstellen eines Ausgangsstroms,
- einen Ausgangstransistor (4), der mit dem Signalausgang (2) gekoppelt ist und in Abhängigkeit von einem überlagerten
- 10 Steuersignal den Ausgangsstrom bereitstellt, und
- einen Eingangstransistor (3), der eine Übertragungskennlinie mit einem festen Verhältnis zu der Übertragungskennlinie des Ausgangstransistors (4) aufweist, der den Si-
- 15 gnaleingang (1) mit dem Ausgangstransistor (4) koppelt und der zur Bereitstellung des überlagerten Steuersignals der Eingangsspannung ein vom Ausgangsstrom abhängiges Spannungssignal überlagert, wobei Eingangstransistor und Ausgangstransistor so miteinander verschaltet sind, daß durch
- 20 beide ein betragsmäßig gleicher Strom fließt.

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1,

- d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
- zur Rückkopplung des Ausgangsstroms auf den Eingangstransistor (3) ein Stromspiegel (6, 7) vorgesehen ist, der den Ausgangstransistor (4) mit dem Eingangstransistor (3) koppelt.
- 25

3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2,

- d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
- 30 der Eingangstransistor (3) und der Ausgangstransistor (4) einen entgegengesetzten Leitfähigkeitstyp haben.

4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1,

- d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
- 35 die Schaltungsanordnung symmetrisch aufgebaut ist mit zwei Eingangstransistoren (11, 12) und mit zwei Ausgangstransistoren (13, 14), und daß zur Rückkopplung von den Ausgangstran-

sistoren (13, 14) auf die Eingangstransistoren (11, 12) eine Kreuzkopplung vorgesehen ist.

5. Schaltungsanordnung nach Anspruch 4,

5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
die Eingangstransistoren (11, 12) und die Ausgangstransistoren (13, 14) von einem gleichen Leitfähigkeitstyp sind.

6. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
der Ausgangstransistor (4) in einem ersten Strompfad angeordnet ist und daß zum Auskoppeln des Ausgangsstroms ein zweiter Strompfad mit einem Auskoppeltransistor (5) vorgesehen ist, der ebenfalls vom überlagerten Steuersignal angesteuert wird
15 und der den Ausgangstransistor (4) mit dem Signalausgang (2) der Schaltungsanordnung koppelt.

7. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
20 der Eingangstransistor (3) in Kollektorschaltung und der Ausgangstransistor (4) in Emitterschaltung betrieben ist.

8. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
25 der Ausgangstransistor (4) einen Emitteranschluß mit einem gegen einen Bezugspotentialanschluß geschalteten Emitterwiderstand (9) aufweist.

9. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,

30 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
der Signalausgang (2) mit einem Eingang einer Multiplizierschaltung (19, 20; 21, 22) zur Zuführung eines zu multiplizierenden Signals verbunden ist.

1/3

FIG 1

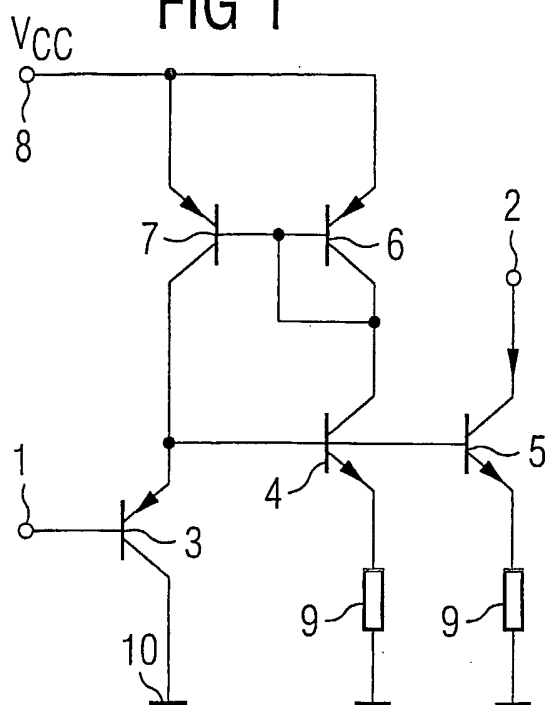
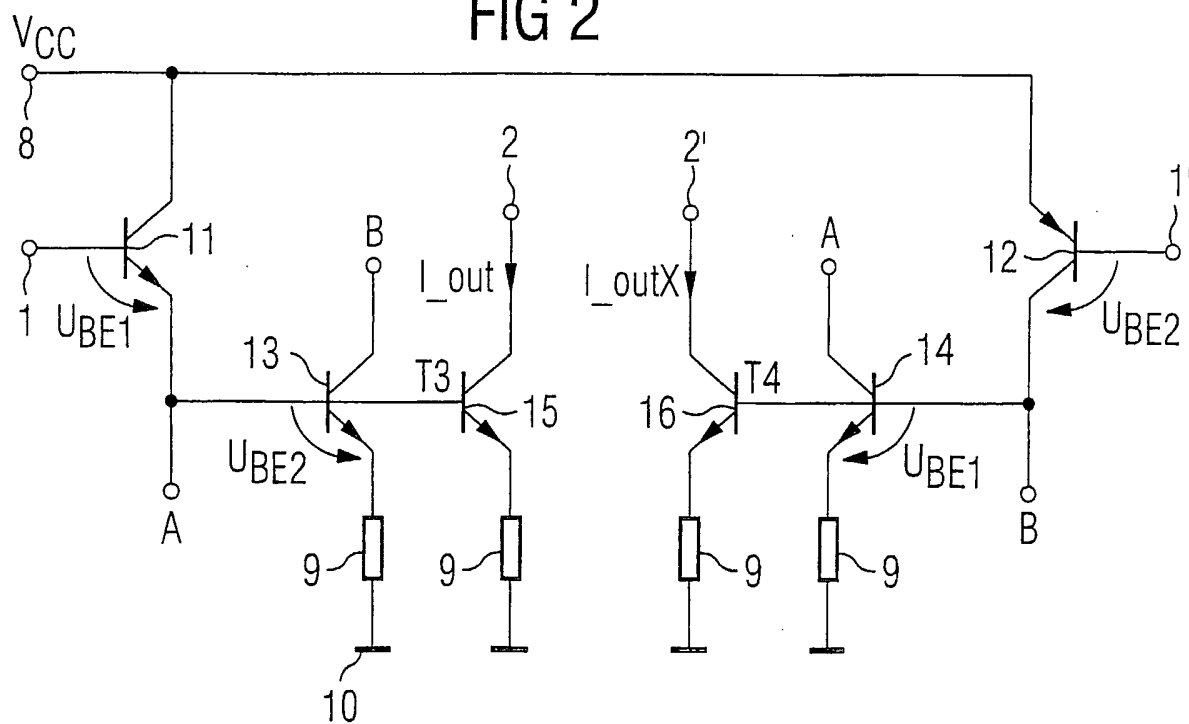


FIG 2



2/3

FIG 3

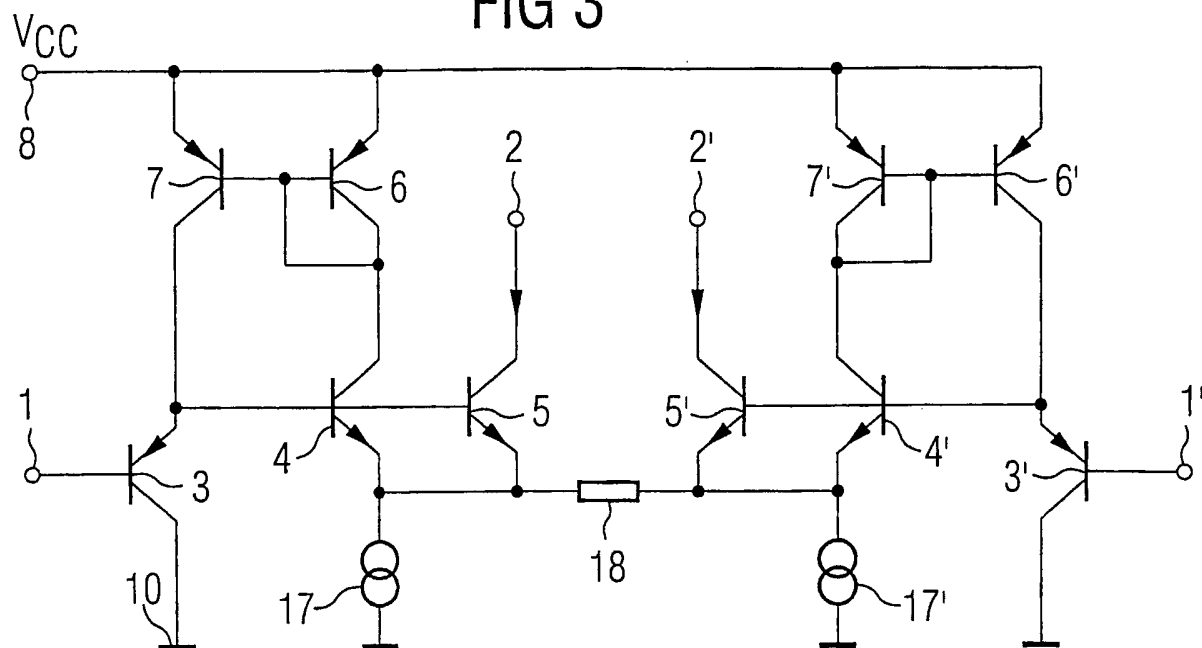
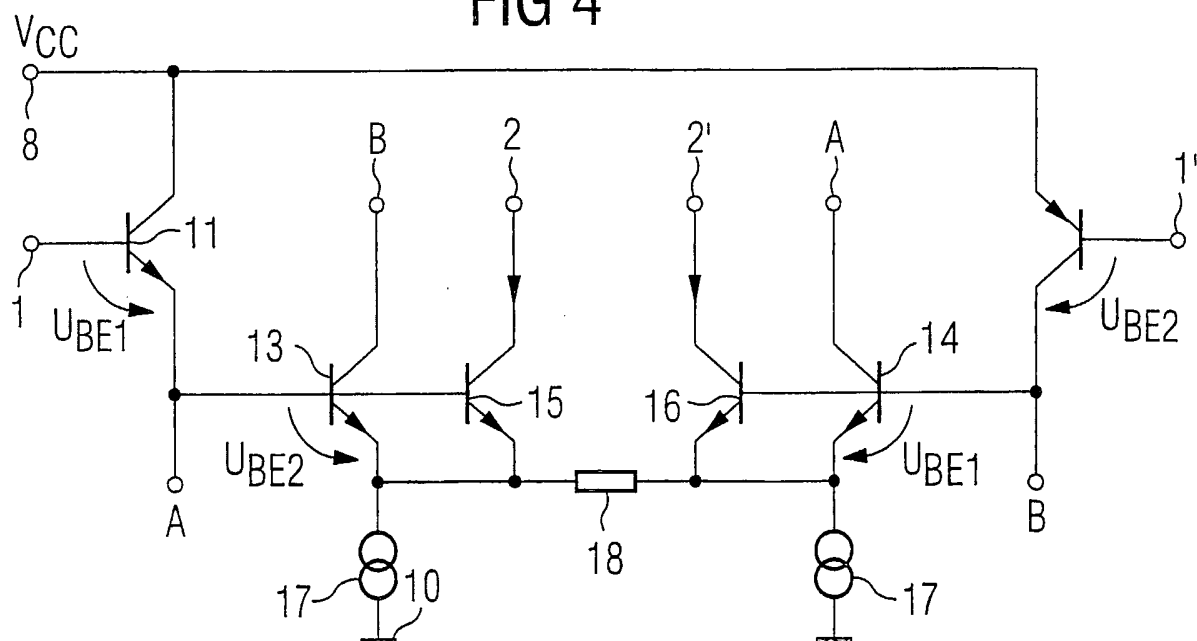


FIG 4



3/3

FIG 5

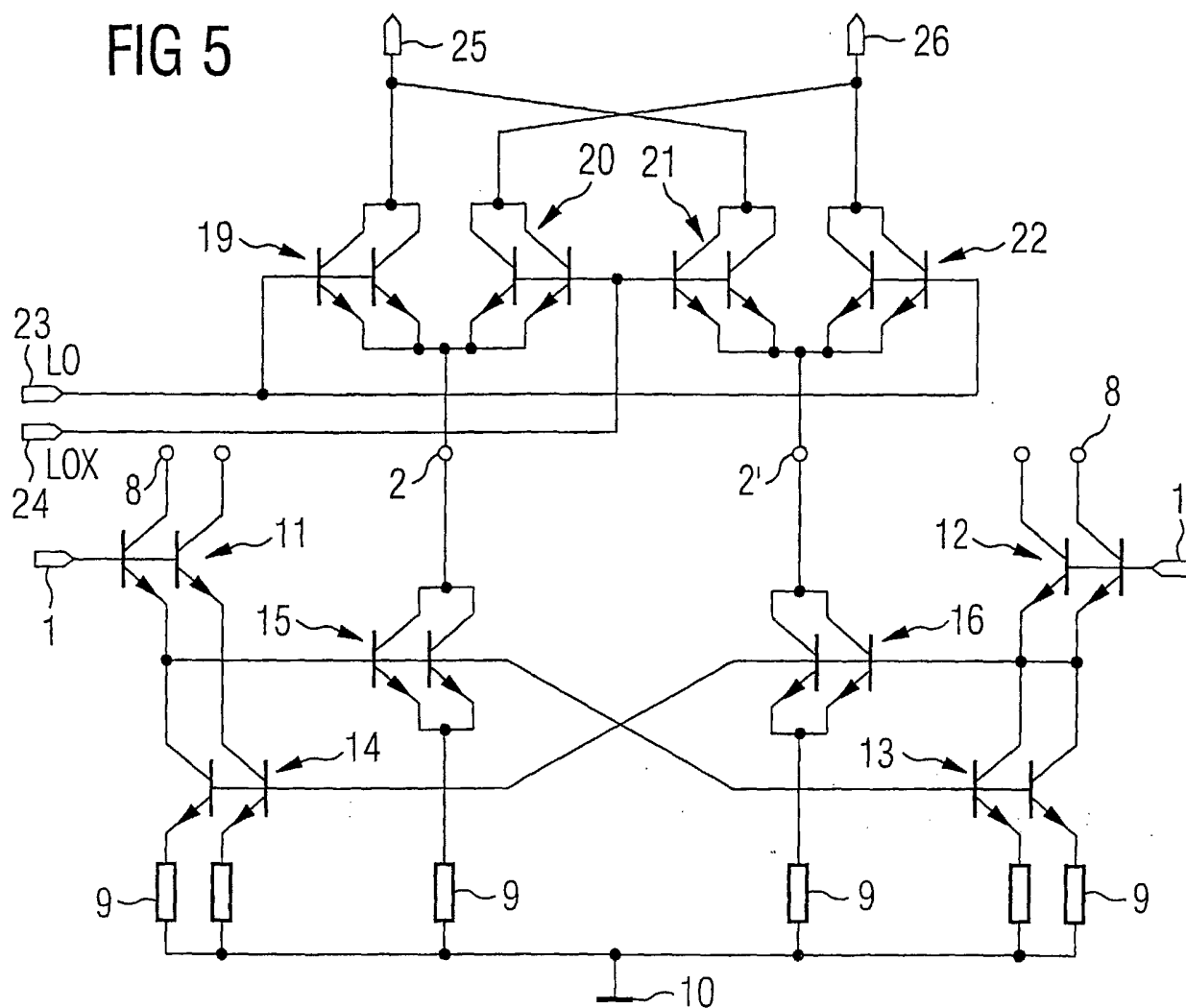
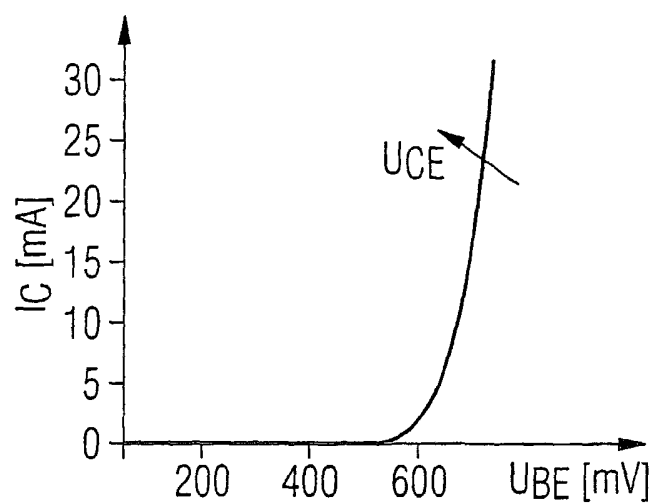


FIG 6 STAND DER TECHNIK



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE 02/02711

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H03F3/343 H03F3/45

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H03F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 142 242 A (SCHAFER GREGORY L) 25 August 1992 (1992-08-25) column 6, line 32 -column 7, line 3; figures 10,11 ---	1-3,6-8
X	EP 0 269 162 A (PHILIPS NV) 1 June 1988 (1988-06-01) column 6, line 22 -column 7, line 24; figure 2 ---	1,4,5
A		9
X	EP 0 910 164 A (NIPPON ELECTRIC CO) 21 April 1999 (1999-04-21) paragraph '0045! - paragraph '0054!; figure 1 paragraph '0072! - paragraph '0075!; figure 4 --- -/--	1,4,5,7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 December 2002

Date of mailing of the international search report

17/12/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Tyberghien, G

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 02/02711

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 491 447 A (GOETSCHER CHRISTIAN J ET AL) 13 February 1996 (1996-02-13) column 2, line 66 -column 4, line 9; figure 2 -----	9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/DE 02/02711

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5142242	A	25-08-1992	NONE	
EP 0269162	A	01-06-1988	NL 8602893 A	01-06-1988
			DE 3772337 D1	26-09-1991
			EP 0269162 A1	01-06-1988
			HK 76393 A	06-08-1993
			JP 1992300 C	22-11-1995
			JP 7014134 B	15-02-1995
			JP 63136707 A	08-06-1988
			KR 9606643 B1	22-05-1996
			SG 65693 G	06-08-1993
			US 4786880 A	22-11-1988
EP 0910164	A	21-04-1999	JP 3119215 B2	18-12-2000
			JP 11122059 A	30-04-1999
			EP 0910164 A1	21-04-1999
			US 6054897 A	25-04-2000
US 5491447	A	13-02-1996	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 H03F3/343 H03F3/45

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H03F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EP0-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ^a	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 142 242 A (SCHAFER GREGORY L) 25. August 1992 (1992-08-25) Spalte 6, Zeile 32 - Spalte 7, Zeile 3; Abbildungen 10,11 ----	1-3,6-8
X	EP 0 269 162 A (PHILIPS NV) 1. Juni 1988 (1988-06-01) Spalte 6, Zeile 22 - Spalte 7, Zeile 24; Abbildung 2 ----	1,4,5
A		9
X	EP 0 910 164 A (NIPPON ELECTRIC CO) 21. April 1999 (1999-04-21) Absatz '0045! - Absatz '0054!; Abbildung 1 Absatz '0072! - Absatz '0075!; Abbildung 4 ----- -/--	1,4,5,7

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie^a Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :^A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist^E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist^L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)^O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht^P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist^T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist^X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden^Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist^G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

10. Dezember 2002

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

17/12/2002

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Tyberghien, G

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 491 447 A (GOETSCHER CHRISTIAN J ET AL) 13. Februar 1996 (1996-02-13) Spalte 2, Zeile 66 -Spalte 4, Zeile 9; Abbildung 2 -----	9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 02/02711

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5142242	A	25-08-1992	KEINE		
EP 0269162	A	01-06-1988	NL	8602893 A	01-06-1988
			DE	3772337 D1	26-09-1991
			EP	0269162 A1	01-06-1988
			HK	76393 A	06-08-1993
			JP	1992300 C	22-11-1995
			JP	7014134 B	15-02-1995
			JP	63136707 A	08-06-1988
			KR	9606643 B1	22-05-1996
			SG	65693 G	06-08-1993
			US	4786880 A	22-11-1988
EP 0910164	A	21-04-1999	JP	3119215 B2	18-12-2000
			JP	11122059 A	30-04-1999
			EP	0910164 A1	21-04-1999
			US	6054897 A	25-04-2000
US 5491447	A	13-02-1996	KEINE		